



日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日                      2 0 0 3 年    3 月 1 2 日  
Date of Application:

出 願 番 号                      特 願 2 0 0 3 - 0 6 6 2 4 8  
Application Number:  
[ST. 10/C]:                      [ J P 2 0 0 3 - 0 6 6 2 4 8 ]

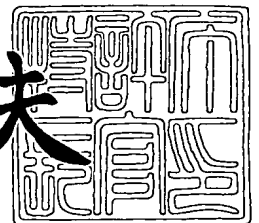
出      願      人                      アルプス電気株式会社  
Applicant(s):



2 0 0 3 年    8 月 1 4 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号    出証特 2 0 0 3 - 3 0 6 6 0 7 7

【書類名】 特許願

【整理番号】 03A014AL

【提出日】 平成15年 3月12日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G11B 5/31

【発明の名称】 薄膜磁気ヘッド

【請求項の数】 12

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区雪谷大塚 1 番 7 号 アルプス電気株式会社  
社内

【氏名】 佐藤 清

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区雪谷大塚 1 番 7 号 アルプス電気株式会社  
社内

【氏名】 森田 澄人

【特許出願人】

【識別番号】 000010098

【氏名又は名称】 アルプス電気株式会社

【代表者】 片岡 政隆

【代理人】

【識別番号】 100085453

【弁理士】

【氏名又は名称】 野▲崎▼ 照夫

【選任した代理人】

【識別番号】 100121049

【弁理士】

【氏名又は名称】 三輪 正義

**【先の出願に基づく優先権主張】**

**【出願番号】** 特願2002-339356

**【出願日】** 平成14年11月22日

**【手数料の表示】**

**【予納台帳番号】** 041070

**【納付金額】** 21,000円

**【提出物件の目録】**

**【物件名】** 明細書 1

**【物件名】** 図面 1

**【物件名】** 要約書 1

**【包括委任状番号】** 0202405

**【プルーフの要否】** 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 薄膜磁気ヘッド

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 記録媒体との対向面側からハイト方向に延びて形成された下部コア層と、前記対向面からハイト方向に所定距離離れた位置で前記下部コア層と接続され、前記対向面でのトラック幅方向における幅寸法でトラック幅  $T_w$  が決定される磁極層と、前記磁極層の周囲をトロイダル状に巻回するコイル層とを有する薄膜磁気ヘッドにおいて、

前記下部コア層上に、前記磁極層と交叉する方向に伸長している複数本の第 1 コイル片が、ハイト方向に所定間隔を空けて形成され、前記第 1 コイル片はコイル絶縁層によって覆われて、このコイル絶縁層の上に前記磁極層が形成され、

前記磁極層上に絶縁層を介して、前記磁極層上を横断する複数本の第 2 コイル片が形成されており、

前記磁極層のトラック幅方向における両側に、前記コイル絶縁層上から前記第 1 コイル片のトラック幅方向における端部と電氣的に接続される持ち上げ層が設けられ、

各第 2 コイル片のトラック幅方向における端部が、前記持ち上げ層の上面に電氣的に接続されて、隣りあう前記第 1 コイル片の端部どうしが、前記第 2 コイル片を介して接続されることにより前記トロイダル状に巻回するコイル層が形成されていることを特徴とする薄膜磁気ヘッド。

【請求項 2】 前記磁極層は少なくとも下から下部磁極層、非磁性金属材料で形成されたギャップ層及び上部磁極層の順にメッキ形成された積層構造を有し、前記持ち上げ層も少なくとも下から前記下部磁極層と同じ材料層、ギャップ層と同じ材料層及び上部磁極層と同じ材料層の順にメッキ形成された積層構造を有する請求項 1 記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 3】 前記磁極層には、前記上部磁極層の上に前記上部磁極層よりも飽和磁束密度が低く且つ前記上部磁極層よりも膜厚の厚い上部コア層がメッキ形成され、前記持ち上げ層にも、前記上部磁極層と同じ材料層の上に前記上部コア層と同じ材料層がメッキ形成されている請求項 2 記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項4】 前記持ち上げ層には、前記磁極層を構成する各層と同じ材料層からなる積層構造の上に少なくとも一段の段差を介して形成された持ち上げ調整層があり、前記持ち上げ調整層の上面は、前記磁極層の上面よりも高い位置にある請求項2または3に記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項5】 前記ギャップ層及び前記ギャップ層と同じ材料層は、NiP、NiReP、NiPd、NiW、NiMo、NiRh、Au、Pt、Rh、Pd、Ru、Crのうち1種または2種以上の材質が選択されてメッキ形成されたものである請求項2ないし4のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項6】 前記持ち上げ層は、Cu、FeNi、Ni、Au、FeCo、FeCoRh、FeCoNiから選ばれた1層あるいは2層以上の層の上にNi、CuNi、NiPから選ばれた1層あるいは2層以上の保護膜が形成された積層構造を有する請求項1に記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項7】 前記持ち上げ層には、前記積層構造の上に少なくとも一段の段差を介して形成された持ち上げ調整層があり、前記持ち上げ調整層の上面は、前記磁極層の上面よりも高い位置にある請求項6に記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項8】 前記持ち上げ層は、下面から上面にかけて膜面方向への面積が一定で、導電性を有する材料の単層あるいは多層構造であり、前記持ち上げ層の上面は、前記磁極層の上面よりも高い位置にある請求項1に記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項9】 少なくとも一組の隣り合う前記第1コイル片において、前記第1コイル片間の、ハイト方向に隣りあう端部と端部の距離が、これらの前記第1コイル片間の前記磁極層に重なる領域における最小距離より大きい請求項1ないし8のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項10】 前記複数本の第1コイル片は、前記磁極層と重なる領域において、互いに平行に形成されている部位を有する請求項9に記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項11】 少なくとも一組の隣り合う前記第2コイル片において、前記第2コイル片間の、ハイト方向に隣りあう端部と端部の距離が、これらの前記第2コイル片間の前記磁極層に重なる領域における最小距離より大きい請求項1

ないし 10 のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 12】 前記複数本の第 2 コイル片は、前記磁極層と重なる領域において、互いに平行に形成されている部位を有する請求項 11 に記載の薄膜磁気ヘッド。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、例えば浮上式磁気ヘッドなどに使用される記録用の薄膜磁気ヘッドに係り、特に、磁極層を挟んで上下に形成される第 1 コイル片と第 2 コイル片との電気的な接続を確実且つ容易に行うことができるとともに、前記第 2 コイル片と前記磁極層間の絶縁性を良好に保つことが可能な薄膜磁気ヘッドに関する。

【0002】

【従来の技術】

以下に示す公知文献には、いずれもインダクティブヘッド（記録用ヘッド）を構成するコアの周りをトロイダル状に巻回されたコイル層の構成が開示されている。

【0003】

前記コア層の周囲の三次元的な空間を有効活用するには、前記コイル層をトロイダル状にすることが好ましく、これによってインダクティブヘッドの小型化を実現できるとともに、磁化効率も良好になると期待された。

【0004】

【特許文献 1】

特開平 11-273028 号公報

【特許文献 2】

特開 2000-311311 号公報

【特許文献 3】

特開 2002-170205 号公報

【特許文献 4】

US 6, 335, 846 B1

## 【0005】

## 【発明が解決しようとする課題】

これら文献ではいずれもコア層（例えば上部磁極層）の下側に形成された下側コイル層と、前記コア層の上側に形成された上側コイル層とを接続部を介して電氣的に接続することが記載されている。

## 【0006】

例えば上記した特許文献2や特許文献3によれば、前記下側コイル層上を覆う絶縁層と、前記コア層上から前記コア層のトラック幅方向の両側に形成される絶縁層とに、イオンミリングなどのエッチング技術を用いて貫通孔を形成し、この貫通孔内に接続部を形成し、前記貫通孔から露出した前記接続部の上面を、前記上側コイル層の端部と接続させるとしている。これらの文献には、前記下側コイル層、上側コイル層及び接続部を記録媒体との対向面側から見た正面図が図示されていないが、上記した記載内容からすると正面図は簡単に示せば図16のようになっていると考えられる。

## 【0007】

しかしながら図16に示すように、コア層の上面と絶縁層①の上面との間には段差があるため、前記コア層の上及び側方を覆う絶縁層②にも段差が生じてしまう。従って前記絶縁層②上に前記上側コイル層を形成する際のパターンニング精度が低下し、特に接続部上に形成されるレジストパターンが露光現像によってうまくレジスト抜けしなないなどして、前記パターン内にメッキ形成される前記上側コイル層の端部と接続部間を確実に電気接続させにくい。

## 【0008】

また前記コア層の上及び側方を覆う絶縁層②に段差が生じることで、前記コア層の側方に前記絶縁層②が付着しにくい。このため特に前記コア層の側方と前記上側コイル層間での絶縁性が良好に保たれないといった問題もある。そこで絶縁不良の問題を解決するには、前記絶縁層②の膜厚を厚くすることが最も簡単な解決策の一つであるが、これによって前記絶縁層①と絶縁層②との総合膜厚が非常に厚くなる結果、前記絶縁層①と絶縁層②とを貫通する貫通孔を下側コイル層の上面に届くまで掘り下げて形成しにくくなり、前記下側コイル層と接続部間の電

氣的な接続が不安定化してしまう。

#### 【0009】

そこで本発明は上記従来の課題を解決するためのものであり、特に、磁極層を挟んで上下に形成される第1コイル片と第2コイル片との電氣的な接続を確實且つ容易に行うことができるとともに、前記第2コイル片と前記磁極層間の絶縁性を良好に保つことが可能な薄膜磁気ヘッドを提供することを目的としている。

#### 【0010】

##### 【課題を解決するための手段】

本発明は、記録媒体との対向面側からハイト方向に延びて形成された下部コア層と、前記対向面からハイト方向に所定距離離れた位置で前記下部コア層と接続され、前記対向面でのトラック幅方向における幅寸法でトラック幅 $T_w$ が決定される磁極層と、前記磁極層の周囲をトロイダル状に巻回するコイル層とを有する薄膜磁気ヘッドにおいて、

前記下部コア層上に、前記磁極層と交叉する方向に伸長している複数本の第1コイル片が、ハイト方向に所定間隔を空けて形成され、

前記第1コイル片はコイル絶縁層によって覆われて、このコイル絶縁層の上に前記磁極層が形成され、

前記磁極層上に絶縁層を介して、前記磁極層上を横断する複数本の第2コイル片が形成されており、

前記磁極層のトラック幅方向における両側に、前記コイル絶縁層上から前記第1コイル片のトラック幅方向における端部と電氣的に接続される持ち上げ層が設けられ、

各第2コイル片のトラック幅方向における端部が、前記持ち上げ層の上面に電氣的に接続されて、隣りあう前記第1コイル片の端部どうしが、前記第2コイル片を介して接続されることにより前記トロイダル状に巻回するコイル層が形成されていることを特徴とするものである。

#### 【0011】

上記した本発明によれば、記録媒体との対向面でトラック幅 $T_w$ を規制する前記磁極層のトラック幅方向における両側に設けられた前記コイル絶縁層上から持



ち上げ層が設けられ、この持ち上げ層は前記第 2 コイル片のトラック幅方向における端部と電氣的に接続された状態になっている。

#### 【0 0 1 2】

本発明では前記持ち上げ層の形成によって前記第 1 コイル片のトラック幅方向における端部と電氣的に接続される第 2 コイル片のトラック幅方向における端部を従来よりも上方に持ち上げることができ、この結果、前記第 2 コイル片全体を従来に比べてよりフラットな面上に形成できる。このため前記第 2 コイル片を形成する際のレジストをほぼ一定の膜厚で形成でき、前記レジストに第 2 コイル片のパターンを高精度に露光現像により形成でき、特に前記第 2 コイル片の前記端部が形成されるべき位置での前記パターン内に露光現像により抜けないレジストが残るといった不具合を抑制できる。よって前記第 2 コイル片の前記端部と前記持ち上げ層の上面とを確実に容易に電氣的に接続させることが可能になっている。

#### 【0 0 1 3】

また前記持ち上げ層の形成により前記第 2 コイル片の前記端部を上方に持ち上げることで、前記第 2 コイル片と前記磁極層間の絶縁性を良好に保つことができる。

#### 【0 0 1 4】

本発明では、前記磁極層は少なくとも下から下部磁極層、非磁性金属材料で形成されたギャップ層及び上部磁極層の順にメッキ形成された積層構造を有し、前記持ち上げ層も少なくとも下から前記下部磁極層と同じ材料層、ギャップ層と同じ材料層及び上部磁極層と同じ材料層の順にメッキ形成された積層構造を有することが好ましい。これによって前記持ち上げ層の形成が非常に容易となる。特にギャップ層はメッキ形成可能な非磁性金属材料で形成されるので、このギャップ層と同じ材料層で前記持ち上げ層の一部を構成しても前記持ち上げ層は導電性の性質を保つことができ、前記第 1 コイル片と第 2 コイル片とを電氣的に繋ぐ中間層としての役割を十分に果たすものとなっている。

#### 【0 0 1 5】

また本発明では、前記磁極層には、前記上部磁極層の上に前記上部磁極層より

も飽和磁束密度が低く且つ前記上部磁極層よりも膜厚の厚い上部コア層がメッキ形成され、前記持ち上げ層にも、前記上部磁極層と同じ材料層の上に前記上部コア層と同じ材料層がメッキ形成されているものであってもよい。

#### 【0016】

また本発明では、前記持ち上げ層には、前記磁極層を構成する各層と同じ材料層からなる積層構造の上に少なくとも一段の段差を介して形成された持ち上げ調整層があり、前記持ち上げ調整層の上面は、前記磁極層の上面よりも高い位置にある構造であつてもよい。前記持ち上げ調整層の形成によって、前記持ち上げ層の上面を前記磁極層の上面よりも高い位置にすることが容易になり、前記第2コイル片の前記端部と前記持ち上げ層の上面との電氣的な接続をより確實且つ容易なものにできるとともに前記磁極層と前記第2コイル片間の絶縁性をより良好なものにすることができる。

#### 【0017】

なお本発明では、前記ギャップ層及び前記ギャップ層と同じ材料層は、NiP、NiReP、NiPd、NiW、NiMo、NiRh、Au、Pt、Rh、Pd、Ru、Crのうち1種または2種以上の材質が選択されてメッキ形成されたものであることが好ましい。

#### 【0018】

また本発明では、前記持ち上げ層は、Cu、FeNi、Ni、Au、FeCo、FeCoRh、FeCoNiから選ばれた1層あるいは2層以上の層の上にNi、CuNi、NiPから選ばれた1層あるいは2層以上の保護膜が形成された積層構造を有する構造であつてもよい。かかる場合、前記持ち上げ層は前記磁極層と別工程で形成されるが、これによって前記持ち上げ層に使用される材質の選択性が広がり、前記持ち上げ層を導電性に優れたCuなどの非磁性金属材料で形成することが可能になる。ただしCuなどの非磁性金属材料は大気暴露によって酸化されやすいので前記Cuなどの非磁性金属材料の層上にNiなどで形成された、前記非磁性金属材料よりも酸化しにくいNiなどの保護膜を設けることで大気暴露からの酸化を抑制でき、前記持ち上げ層を前記第1コイル片と第2コイル片間を電氣的に接続させる中間層として効果的に機能させることが可能になる。

## 【 0 0 1 9 】

また本発明では、前記持ち上げ層には、前記積層構造の上に少なくとも一段の段差を介して形成された持ち上げ調整層があり、前記持ち上げ調整層の上面は、前記磁極層の上面よりも高い位置にある構造であってもよい。これによって前記持ち上げ層の上面を前記磁極層の上面よりも高い位置にすることが容易になり、前記第 2 コイル片の前記端部と前記持ち上げ層の上面との電気的な接続をより確実且つ容易なものにできるとともに前記磁極層と前記第 2 コイル片間の絶縁性をより良好なものにすることができる。

## 【 0 0 2 0 】

また本発明では、前記持ち上げ層は、下面から上面にかけて膜面方向への面積が一定で、導電性を有する材料の単層あるいは多層構造であり、前記持ち上げ層の上面は、前記磁極層の上面よりも高い位置にある構造であってもよい。

## 【 0 0 2 1 】

本発明では、少なくとも一組の隣り合う前記第 1 コイル片において、前記第 1 コイル片間の、ハイト方向に隣りあう端部と端部の距離が、これらの前記第 1 コイル片間の前記磁極層に重なる領域における最小距離より大きいことが好ましい。

## 【 0 0 2 2 】

インダクティブ型の薄膜磁気ヘッドでは、磁束が流れる磁気回路の体積を小さくしてインダクタンスを減少させることが好ましい。このため、前記磁極層のハイト方向長さも小さくすることが必要になり、前記第 1 コイル片間の前記磁極層に重なる領域における距離も小さくなる。このとき、前記第 1 コイル片間の、ハイト方向に隣りあう端部と端部の距離を本発明のように大きくすることによって、前記第 1 コイル片の端部と前記第 2 コイル片の端部の接続を容易かつ確実に行える。

## 【 0 0 2 3 】

なお、前記複数本の第 1 コイル片は、前記磁極層と重なる領域において、互いに平行に形成されている部位を有すると、前記コイル層から前記磁極層に誘導される磁界が安定するので好ましい。

**【 0 0 2 4 】**

また、同様の理由により、少なくとも一組の隣り合う前記第 2 コイル片において、前記第 2 コイル片間の、ハイト方向に隣りあう端部と端部の距離が、これらの前記第 2 コイル片間の前記磁極層に重なる領域における最小距離より大きいことが好ましい。

**【 0 0 2 5 】**

この場合にも、前記複数本の第 2 コイル片は、前記磁極層と重なる領域において、互いに平行に形成されている部位を有することが好ましい。

**【 0 0 2 6 】****【発明の実施の形態】**

図 1 は、本発明における第 1 実施形態の薄膜磁気ヘッドの構造を示す部分縦断面図、図 2 は図 1 に示す薄膜磁気ヘッドから MR ヘッド、隆起層 3 2 及び保護層 6 0 等を図面上除き、最も記録媒体との対向面側に形成された第 1 コイル片及び第 2 コイル片と、これらの層と膜厚方向で対向する各層の構造を記録媒体との対向面側から見た部分正面図、図 3 は図 2 に示す磁極層 6 2 の一部と持ち上げ層とを拡大し、前記各層を記録媒体との対向面側から見た部分断面図、図 4 は図 1 に示す薄膜磁気ヘッドのコイル構造の部分平面図、図 5 は図 1 に示す薄膜磁気ヘッドの一部の構造を示した部分拡大斜視図である。

**【 0 0 2 7 】**

なお以下では図示 X 方向をトラック幅方向と呼び、図示 Y 方向をハイト方向と呼ぶ。また図示 Z 方向は記録媒体（磁気ディスク）の進行方向である。また薄膜磁気ヘッドの前端面（図 1 に示す最左面）を「記録媒体との対向面」と呼ぶ。さらに各層において「前端面」とは図 1 における左側の面を指し「後端面」とは図 1 における右側の面を指す。

**【 0 0 2 8 】**

また図面を用いて説明する薄膜磁気ヘッドは、記録用ヘッド（インダクティブヘッドとも言う）と再生用ヘッド（MR ヘッドとも言う）とが複合された薄膜磁気ヘッドであるが、記録用ヘッドのみで構成された薄膜磁気ヘッドであってもよい。

**【0029】**

符号20はアルミナチタンカーバイト ( $Al_2O_3-TiC$ ) などで形成された基板であり、前記基板20上に $Al_2O_3$ 層21が形成されている。

**【0030】**

前記 $Al_2O_3$ 層21上には、NiFe系合金やセンダストなどで形成された下部シールド層22が形成され、前記下部シールド層22の上に $Al_2O_3$ などで形成された下部ギャップ層23が形成されている。

**【0031】**

前記下部ギャップ層23の上の記録媒体との対向面からハイト方向（図示Y方向）に所定の長さでスピナルブ型薄膜素子などのGMR素子に代表される磁気抵抗効果素子24が形成され、前記磁気抵抗効果素子24のトラック幅方向（図示X方向）の両側にはハイト方向（図示Y方向）に長く延びる電極層25が形成されている。

**【0032】**

前記磁気抵抗効果素子24上及び電極層25上には $Al_2O_3$ などで形成された上部ギャップ層26が形成され、前記上部ギャップ層26上にはNiFe系合金などで形成された上部シールド層27が形成されている。

**【0033】**

前記下部シールド層22から前記上部シールド層27までを再生用ヘッド（MRヘッドとも言う）と呼ぶ。

**【0034】**

図1に示すように前記上部シールド層27上には、 $Al_2O_3$ などで形成された分離層28が形成されている。なお前記上部シールド層27及び分離層28が設けられておらず、前記上部ギャップ層26上に次の下部コア層29が設けられていてもよい。かかる場合、前記下部コア層29が上部シールド層をも兼ね備える。

**【0035】**

図1では、前記分離層28の上に下部コア層29が形成されている。前記下部コア層29はNiFe系合金などの磁性材料で形成される。前記下部コア層29

は記録媒体との対向面からハイト方向（図示 Y 方向）に所定の長さ寸法で形成される。前記下部コア層 2 9 の後端面 2 9 a よりもハイト方向後方及び前記下部コア層 2 9 のトラック幅方向（図示 X 方向）における両側には非磁性絶縁材料層 3 1 が設けられている。図 1 に示すように前記下部コア層 2 9 及び非磁性絶縁材料層 3 1 の各層の表面は連続した平坦化面である。

#### 【0 0 3 6】

前記下部コア層 2 9 上には記録媒体との対向面からハイト方向（図示 Y 方向）にかけて所定の長さ寸法 L 1（図 5 を参照）で形成された隆起層 3 2 が形成されている。さらに前記隆起層 3 2 のハイト方向後端面 3 2 a からハイト方向（図示 Y 方向）に所定距離離れた位置にバックギャップ層 3 3 が前記下部コア層 2 9 上に形成されている。

#### 【0 0 3 7】

前記隆起層 3 2 及びバックギャップ層 3 3 は磁性材料で形成され、前記下部コア層 2 9 と同じ材質で形成されてもよいし、別の材質で形成されていてもよい。また前記隆起層 3 2 及びバックギャップ層 3 3 は単層であってもよいし多層の積層構造で形成されていてもよい。前記隆起層 3 2 及びバックギャップ層 3 3 は前記下部コア層 2 9 に磁氣的に接続されている。

#### 【0 0 3 8】

図 1 に示すように、前記隆起層 3 2 とバックギャップ層 3 3 間の下部コア層 2 9 上にはコイル絶縁下地層 3 4 が形成され、前記コイル絶縁下地層 3 4 上には、図 4 に示すようにトラック幅方向（図示 X 方向）に平行に延び、且つ互いに平行に形成された複数本の第 1 コイル片 5 5 がハイト方向に並んで形成されている。なお各第 1 コイル片 5 5 はトラック幅方向（図示 X 方向）からハイト方向に傾斜して延びていてもよい。

#### 【0 0 3 9】

前記第 1 コイル片 5 5 上は A 1 2 O 3 などの無機絶縁材料で形成されたコイル絶縁層 3 6 で埋められている。図 1 に示すように前記隆起層 3 2 の上面、コイル絶縁層 3 6 の上面、及びバックギャップ層 3 3 の上面は図 1 に示す基準面 A に沿った連続した平坦化面となっている。

## 【0040】

図2及び図4に示すように、前記第1コイル片55のトラック幅方向（図示X方向）における端部55a上には導電性を有する接続層61が突出形成されている。前記接続層61の平面形状（すなわちX-Y平面と平行な方向から切断した面の形状）には図4のような楕円形状や円形状、正方形、長方形、菱形等、種々の形状を選択できる。また前記接続層61は前記隆起層32やバックギャップ層33と同じ材質で形成されていることが製造工程上好ましいが、前記隆起層32やバックギャップ層33とは別の材質で形成されていてもよい。また前記接続層61は単層構造であってもよいし多層の積層構造であってもよい。また前記接続層61は前記第1コイル片55の端部55aと電氣的に接続された状態にあるが、「電氣的に接続」とは直接的な接続、間接的な接続を問わず、2層間に電気が通る状態になっていればよいことを意味する。以下同じである。

## 【0041】

また前記接続層61は図4を見てわかるように、最も記録媒体との対向面側寄りに形成された第1コイル片55には図示上側の端部上にだけ前記接続層61が設けられているが、それ以外の第1コイル片55にはトラック幅方向（図示X方向）の両側端部上に前記接続層61が設けられている。

## 【0042】

図2に示すように各第1コイル片55のトラック幅方向（図示X方向）における端部55a上に形成された接続層61の上面61aは上記した基準面Aと同一面上で形成される。すなわち図1に示す薄膜磁気ヘッドでは、前記隆起層32の上面、コイル絶縁層36の上面、バックギャップ層33の上面及び接続層61の上面61aが全て同じ平坦化面で形成されている。

## 【0043】

図1に示すように前記隆起層32及びコイル絶縁層36の平坦化面上には、前記記録媒体との対向面からハイト方向（図示Y方向）に所定の距離離れた位置からハイト方向に向けてGd決め層38が形成されている。

## 【0044】

図1に示す実施形態では前記Gd決め層38の前端面38aは、隆起層32上

にあり、また前記 G d 決め層 3 8 の後端面 3 8 b はコイル絶縁層 3 6 上にある。

【 0 0 4 5 】

また図 1 に示すように、記録媒体との対向面から前記 G d 決め層 3 8 の前端面 3 8 a までの隆起層 3 2 上、前記 G d 決め層 3 8 の後端面 3 8 b よりハイト方向のコイル絶縁層 3 6 上、及び前記バックギャップ層 3 3 上に、下から下部磁極層 3 9 及びギャップ層 4 0 が形成されている。前記下部磁極層 3 9 及びギャップ層 4 0 はメッキ形成されている。

【 0 0 4 6 】

また図 1 に示すように前記ギャップ層 4 0 上及び G d 決め層 3 8 上には、上部磁極層 4 1 がメッキ形成され、さらに前記上部磁極層 4 1 上には上部コア層 4 2 がメッキ形成されている。

【 0 0 4 7 】

この実施の形態では、前記下部磁極層 3 9、ギャップ層 4 0、上部磁極層 4 1 及び上部コア層 4 2 の 4 層で磁極層 6 2 が構成されている。

【 0 0 4 8 】

図 2 に示すように前記磁極層 6 2 のトラック幅方向（図示 X 方向）における両側には前記コイル絶縁層 3 6 上から持ち上げ層 7 2 が形成されている。前記持ち上げ層 7 2 は導電性を有し、図 2 に示すように前記持ち上げ層 7 2 は前記接続層 6 1 の上に形成されており、前記持ち上げ層 7 2 と前記接続層 6 1 の上面とが電氣的に接続された状態になっている。

【 0 0 4 9 】

図 1 及び図 2 に示すように前記上部コア層 4 2 の上には、例えば A 1 2 O 3 などの絶縁材料で形成された絶縁層 5 8 が形成されている。前記絶縁層 5 8 は無機絶縁材料で形成されていることが好ましい。この絶縁層 5 8 は前記磁極層 6 2 のトラック幅方向（図示 X 方向）の両側に広がるコイル絶縁層 3 6 上にも形成されている。また図 2 に示すように、前記絶縁層 5 8 のトラック幅方向（図示 X 方向）における両側端部上から前記磁極層 6 2 のトラック幅方向における両側にかけてレジストなどの有機絶縁材料で形成された絶縁層 6 3 が形成されている。この絶縁層 6 3 は前記持ち上げ層 7 2 の周囲にも形成されている。



## 【0050】

無機絶縁材料で形成された絶縁層 58 はスパッタ法などで形成され、前記絶縁層 58 を有機絶縁材料で形成された絶縁層 63 に比べて薄い膜厚で形成することができるため、磁極層 62 と次に説明する第 2 コイル片 56 とを距離的に近づけることができ磁化効率を向上させることができるとともに、前記磁極層 62 のトラック幅方向における両側で、前記磁極層 62 と第 2 コイル片 46 間の絶縁を良好に保つことが可能である。

## 【0051】

図 1、図 2 及び図 4 に示すように前記絶縁層 58、63 の上に、トラック幅方向（図示 X 方向）からハイト方向（図示 Y 方向）に傾斜して延び、且つ互いに平行に形成された複数本の第 2 コイル片 56 がハイト方向に並んで形成されている。各第 2 コイル片 56 はトラック幅方向（図示 X 方向）に平行な方向に延びて形成されていてもよい。

## 【0052】

図 4 に示すように、前記第 1 コイル片 55 と第 2 コイル片 56 とは互いに非平行の関係にある。

## 【0053】

図 2 に示すように前記絶縁層 63 は前記持ち上げ層 72 の上面 72a のトラック幅方向（図示 X 方向）の両側端部にまで被さっているが、前記持ち上げ層 72 の上面 72a の中央には設けられていない。前記絶縁層 63 には、前記持ち上げ層 72 の上面 72a の中央上に穴部 63a が設けられている。この穴部 63a は前記絶縁層 63 がレジストで形成されるとき、前記レジストを前記持ち上げ層 72 の上面全体に塗布された後、露光現像によって形成される。

## 【0054】

そして図 2 に示すように、前記第 2 コイル片 56 のトラック幅方向（図示 X 方向）における端部 56a は、前記持ち上げ層 72 の上面 72a に前記絶縁層 63 に設けられた穴部 63a を通って形成され、前記第 2 コイル片 56 の前記端部 56a と前記持ち上げ層 72 とが電氣的に接続された状態になっている。

## 【0055】

なお図2の図示右側に示した点線の接続層61及び持ち上げ層72は、図面上見えている第1コイル片55の一つ後ろ側（図示Y方向）に位置する第1コイル片55の右側端部と、図面上見えている第2コイル片56の右側端部56bとを電氣的に接続している。

#### 【0056】

このように図1に示す薄膜磁気ヘッドには、前記磁極層62の膜厚方向の上下で対向する第1コイル片55のトラック幅方向における端部と第2コイル片56のトラック幅方向における端部とが接続層61及び持ち上げ層72を介して電氣的に接続されてトロイダル状のコイル構造57が形成されている。

#### 【0057】

なお図1に示す符号60の層はA12O3などで形成された保護層であり、また図1や図4に示す符号59の層は引出し層である。前記引出し層59は最もハイト寄りに形成された第2コイル片56と一体に繋がって形成されている。

#### 【0058】

図1に示す薄膜磁気ヘッドの特徴的部分について以下に説明する。

図1に示す薄膜磁気ヘッドでは、複数本の第1コイル片55が、前記下部コア層29、隆起層32及びバックギャップ層33で囲まれた空間内に形成されている。前記下部コア層29上に隆起層32及びバックギャップ層33を隆起形成することで前記第1コイル片55を形成するための三次元的な空間を適切に形成している。特に前記隆起層32及びバックギャップ層33がメッキ形成されていると、前記隆起層32及びバックギャップ層33の膜厚を厚く形成できるから、前記下部コア層29、隆起層32及びバックギャップ層33で囲まれる空間を広く取ることができ、前記第1コイル片55を所定の膜厚で形成しやすい。

#### 【0059】

図2に示すように前記磁極層62のトラック幅方向（図示X方向）における両側であって前記コイル絶縁層36上から前記第1コイル片55のトラック幅方向（図示X方向）における端部55aと電氣的に接続される持ち上げ層72が設けられ、前記第2コイル片56が前記磁極層62上に絶縁層58、63を介して形成され、各第2コイル片56のトラック幅方向における端部56aが前記持ち上

げ層 72 の上面 72 a に電氣的に接続されて、前記第 1 コイル片 55、接続層 61、持ち上げ層 72 及び第 2 コイル片 56 を有するトロイダル状のコイル構造 57 が形成されている。

#### 【0060】

よって図 2 に示すように、前記第 2 コイル片 56 の前記端部 56 a は前記持ち上げ層 72 の形成によって上方に持ち上げられ、従来に比べて前記第 2 コイル片 56 の前記端部 56 a が下方へ屈曲して形成されにくくなる。すなわち前記第 2 コイル片 56 をパターン形成するために使用されるレジストを従来に比べて平坦な面上に形成できるため、前記レジストに前記第 2 コイル片 56 のパターンを露光現像で形成するとき高精度に前記パターンを形成でき、前記第 2 コイル片 56 の前記端部 56 a となるべきパターンの部分がレジスト抜けし難いといったことが無くなり、前記第 2 コイル片 56 の前記端部 56 a と前記持ち上げ層 72 の上面 72 a とを確実且つ容易に電氣的に接続させることが可能になっている。

#### 【0061】

また前記持ち上げ層 72 の形成により前記第 2 コイル片 56 の前記端部 56 a が持ち上がることで、前記第 2 コイル片 56 の前記端部 56 a と前記磁極層 62 間の絶縁性を良好に保つことができる。

#### 【0062】

ところで前記持ち上げ層 72 は導電性を有する材料で形成されることが必要不可欠であるが、前記持ち上げ層 72 の層構造は例えば以下のように構成される。すなわち前記持ち上げ層 72 は、下から前記磁極層 62 を構成する下部磁極層 39 と同じ材料層、ギャップ層 40 と同じ材料層、上部磁極層 41 と同じ材料層及び上部コア層 42 と同じ材料層の 4 層構造で構成される。図 3 によって以下に詳しく説明する。

#### 【0063】

図 3 に示すように、前記コイル絶縁層 36 上に形成された磁極層 62 は下から下部磁極層 39、ギャップ層 40、上部磁極層 41 及び上部コア層 42 の順に形成されている。一方、前記持ち上げ層 72 も下から前記下部磁極層 39 と同じ材料層 75、前記ギャップ層 40 と同じ材料層 76、前記上部磁極層 41 と同じ材

料層 77 及び前記上部コア層 42 と同じ材料層 78 とで構成されている。

#### 【0064】

図 3 に示すように前記磁極層 62 は図示 X-Y 平面と平行な平坦化面で形成されたコイル絶縁層 36 の上面に、前記持ち上げ層 72 は前記平坦化面と同じ平面で形成された接続層 61 の上面及びコイル絶縁層 36 の上面にかけて形成されている。さらに前記下部磁極層 39 と材料層 75 の上面 A1 は同じ高さであり、前記ギャップ層 40 と材料層 76 の上面 A2 は同じ高さであり、前記上部磁極層 41 と材料層 77 の上面 A3 は同じ高さであり、前記上部コア層 42 と材料層 78 の上面 A4 は同じ高さとなっている。すなわち前記磁極層 62 の上面と前記持ち上げ層 72 の上面とは同じ高さ位置になっている。

#### 【0065】

図 3 に示す前記持ち上げ層 72 は前記磁極層 62 の形成と同じ工程時に形成される。すなわち前記コイル絶縁層 36 及び接続層 61 上にレジスト層を塗布した後、このレジスト層に露光現像によって前記磁極層 62 のパターンを形成すると同時に前記持ち上げ層 72 のパターンを形成し、各パターン内に下から下部磁極層 39 の材料層、ギャップ層 40 の材料層、上部磁極層 41 の材料層及び上部コア層 42 の材料層をメッキ成長させていくのである。

#### 【0066】

このため図 3 では前記磁極層 62 と持ち上げ層 72 とを同じ工程時に形成できるから前記持ち上げ層 72 の形成が非常に容易である。またこの持ち上げ層 72 を前記磁極層 62 と同じ工程時に形成できるのは、特に前記ギャップ層 40 を非磁性金属材料のメッキ層で形成しているからである。このため前記持ち上げ層 72 を構成するギャップ層 40 と同じ材料層 76 は、導電性を有するものであり、前記持ち上げ層 72 を前記第 1 コイル片 55 と第 2 コイル片 56 間を電氣的に繋ぐ中間層として機能させることが可能になっている。

#### 【0067】

前記ギャップ層 40 及び材料層 76 には、NiP、NiReP、NiPd、NiW、NiMo、NiRh、Au、Pt、Rh、Pd、Ru、Cr のうち 1 種または 2 種以上を選択することが好ましく、前記ギャップ層 40 は、単層構造でも

多層構造で形成されていてもどちらであってもよい。前記ギャップ層 40 は特に NiP 合金で形成されることが好ましく、NiP 合金は製造上の連続メッキ容易性に加えて、耐熱性に優れ、前記下部磁極層 39 及び上部磁極層 41 との密着性も良い。

#### 【0068】

ところで図 3 では前記磁極層 62 及び持ち上げ層 72 はそれぞれ 4 層の積層メッキ構造で形成されているが、前記磁極層 62 は下部磁極層 39、ギャップ層 40 及び上部磁極層 41 の 3 層メッキ構造で形成され、前記持ち上げ層 72 は材料層 75、76、77 の 3 層メッキ構造で形成されていてもよい。

#### 【0069】

ただし図 3 に示すように、前記上部磁極層 41 の上に上部コア層 42 をメッキ形成し、前記持ち上げ層 72 を構成する材料層 77 の上に前記上部コア層 42 と同じ材料層 78 をメッキ形成した方が以下の点で好ましい。

#### 【0070】

上部磁極層 41 や下部磁極層 39 は、ギャップ近傍に記録磁界を集中させ、記録密度を向上させる点から、高い飽和磁束密度を有する磁性材料でメッキ形成されているが、高飽和磁束密度を有する層はメッキ成長が非常に遅いため厚い膜厚が付きにくい。一方、上部コア層 42 は前記上部磁極層 41 や下部磁極層 39 ほど高い飽和磁束密度を必要とせず低い磁束密度でもよいからメッキ条件がシビアでなく厚い膜厚で形成しやすい。このため上部コア層 42 を設けることで記録特性の向上を図ることができるのである。

#### 【0071】

また前記持ち上げ層 72 は前記磁極層 62 と同じ材料層 75、76、77、78 の積層構造で形成されていなくてもよい。特に前記持ち上げ層 72 は前記磁極層 62 と別の工程で形成することもできるため導電性に優れた材料を用いて前記持ち上げ層 72 の形成を行うことも可能である。

#### 【0072】

例えば前記持ち上げ層 72 は Cu、FeNi、Ni、Au、FeCo、FeCoRh、FeCoNi から選ばれた 1 層あるいは 2 層以上の層を主体として形成

されることが好ましい。これらの材質はメッキ形成ができるとともに導電性に優れている。

#### 【0073】

ただし上記した材質はいずれも大気暴露によって酸化しやすい性質を有している。前記持ち上げ層 72 の上面 72a は前記第 2 コイル片 56 を形成する前に一旦、大気暴露され、前記上面 72a を含めた近傍が酸化される恐れがあるため、前記 Cu や Fe、Co を含む層の上に Ni、CuNi、NiP から選ばれた 1 層あるいは 2 層以上の保護膜をメッキ形成しておくことが好ましい。

#### 【0074】

次に前記磁極層 62 の形状を図 5 を用いて以下に説明する。図 5 に示す前記磁極層 62 の斜視図は一例である。図 5 では、下部磁極層 39、ギャップ層 40、上部磁極層 41 及び上部コア層 42 の平面形状は、記録媒体との対向面でトラック幅方向（図示 X 方向）に一定の幅寸法を有し、ハイト方向（図示 Y 方向）に向けてこの幅寸法を保ちながら延びる先端部 B と、この先端部 B の両側基端 B1、B1 からハイト方向（図示 Y 方向）に向けてトラック幅方向への幅が徐々に広がる後端部 C とで構成されている。前記上部磁極層 41 の記録媒体との対向面のトラック幅方向（図示 X 方向）の幅寸法でトラック幅 Tw が規制される。この実施形態では前記トラック幅 Tw を  $0.1\ \mu\text{m} \sim 0.3\ \mu\text{m}$  の範囲内で形成することができる。

#### 【0075】

なお前記先端部 B は、記録媒体との対向面からハイト方向に向けて徐々にトラック幅方向への幅寸法が広がる形状であってもよい。かかる場合、前記先端部 B の両側基端 B1 からはハイト方向へさらにトラック幅方向への幅寸法が広がった後端部 C が形成される。

#### 【0076】

図 5 に示すようにギャップデプス (Gd) は、前記ギャップ層 40 の上面 40a の記録媒体との対向面から前記 Gd 決め層 38 に突き当たるまでのハイト方向（図示 Y 方向）への長さで決められる。

#### 【0077】

図6は、図2に示す薄膜磁気ヘッドの部分正面図とは若干、異なる形態のものである。図6は、薄膜磁気ヘッドを構成するMRヘッド、隆起層32及び保護層60等を図面から削除し、最も記録媒体との対向面側に形成された第1コイル片及び第2コイル片と、これらの層と膜厚方向で対向する各層の構造を示した部分正面図である。

#### 【0078】

図6に示す薄膜磁気ヘッドでは、図2と異なり、前記磁極層62の上面から側面にかけてレジストなどの有機絶縁材料で形成された絶縁層63が形成されており、図2のように無機絶縁材料で形成された絶縁層58を前記磁極層62の上面にスパッタ成膜していない。図6では前記磁極層62の上面及び側面にかけて一つの絶縁層63のみを形成して、前記磁極層62と第2コイル片56間に絶縁性を持たせているから図2に比べて単純な構造にできるが、有機絶縁材料で形成された絶縁層63は無機絶縁材料でスパッタ成膜された絶縁層58に比べて膜厚が厚くなり、前記磁極層62の上面と第2コイル片56の下面間の距離が離れる結果、磁化効率が低下するといった不利な点もある。

#### 【0079】

図7は本発明における第3実施形態の薄膜磁気ヘッドの部分正面図であり、薄膜磁気ヘッドを構成するMRヘッド、隆起層32及び保護層60等を図面から削除し、最も記録媒体との対向面側に形成された第1コイル片及び第2コイル片と、これらの層と膜厚方向で対向する各層の構造を示したものである。

#### 【0080】

図7に示す薄膜磁気ヘッドでは、基準面Aよりも下の層の構成は図2と同じである。すなわち下部コア層29、隆起層32及びバックギャップ層33に囲まれた空間内に複数本の第1コイル片55が設けられ、この第1コイル片55のトラック幅方向（図示X方向）における端部55aから突出形成された接続層61の上面61aが、前記隆起層32の上面、コイル絶縁層36の上面及びバックギャップ層33の上面と同一平面上で形成されている。

#### 【0081】

図7では前記磁極層62は平坦化面の隆起層32の上面、コイル絶縁層36の

上面及びバックギャップ層 33 の上面に所定形状で高精度に形成されており、さらに前記磁極層 62 のトラック幅方向（図示 X 方向）の両側には、前記下側接続層 61 と電氣的に接続する持ち上げ層 72 が形成されている。

#### 【0082】

図 7 に示すように前記持ち上げ層 72 は 2 つの持ち上げ層が段差を介して積層された構成である。前記持ち上げ層 72 のうち下側の持ち上げ層 70 は図 3 で説明した前記磁極層 62 を構成する各層と同じ材料層 75、76、77、78 でメッキ形成された積層構造である。あるいは前記下側の持ち上げ層 70 は Cu、FeNi、Ni、Au、FeCo、FeCoRh、FeCoNi から選ばれた 1 層あるいは 2 層以上の層の上に Ni、CuNi、NiP から選ばれた 1 層あるいは 2 層以上の保護膜が形成された積層構造であってもよい。

#### 【0083】

前記下側の持ち上げ層 70 上に段差を介して積層された上側の持ち上げ層 71（以下、持ち上げ調整層という）は前記持ち上げ層 72 全体の高さを調整する機能を有し、図 7 に示すように下側の持ち上げ層 70 の上に持ち上げ調整層 71 を設けることで前記持ち上げ層 72 の上面 72a の高さを前記磁極層 62 の上面 62a の高さよりも高くしている。

#### 【0084】

前記持ち上げ調整層 71 は導電性を有し且つメッキ形成可能な材質で形成される。前記持ち上げ調整層 71 は Cu、FeNi、Ni、Au、FeCo、FeCoRh、FeCoNi から選ばれた 1 層あるいは 2 層以上の層であることが好ましい。また Cu や Co、Ni を含む層を主体とし、その上に Ni、CuNi、NiP から選ばれた 1 層あるいは 2 層以上の保護膜が形成された構造であってもよい。

#### 【0085】

前記下側の持ち上げ層 70 の下面と前記接続層 61 の上面及び前記下側の持ち上げ層 70 の上面 70a と持ち上げ調整層 71 の下面は電氣的に接続された状態になっている。

#### 【0086】



図 7 に示すように持ち上げ層 7 2 を 2 段構造にする利点は、前記持ち上げ層 7 2 の上面 7 2 a の高さを前記磁極層 6 2 の上面 6 2 a よりも容易に高くすることができることである。前記持ち上げ調整層 7 1 は前記下側の持ち上げ層 7 0 を形成した後、別工程で前記下側の持ち上げ層 7 0 上にメッキ形成することで形成される。

#### 【0087】

前記持ち上げ層 7 2 の上面 7 2 a の高さを前記磁極層 6 2 の上面 6 2 a の高さよりも高く形成することで前記磁極層 6 2 の上面及び側面を覆う絶縁層 7 3 (無機絶縁材料で形成されることが好ましい) の上面 7 3 a を図示 X-Y 平面と平行な平坦化面で形成できるため、前記第 2 コイル片 5 6 を前記平坦化面上に形成できる結果、前記第 2 コイル片 5 6 を高精度にパターン形成でき、前記平坦化面から露出する前記持ち上げ層 7 2 の上面 7 2 a に前記第 2 コイル片 5 6 の端部 5 6 a、5 6 b を確実且つ容易に電氣的に接続させることができる。また前記磁極層 6 2 の上面 6 2 a よりも背の高い持ち上げ層 7 2 を形成することで、前記第 2 コイル片 5 6 と前記磁極層 6 2 間の絶縁性をより高めることが可能になる。

#### 【0088】

前記持ち上げ層 7 2 の上面 7 2 a を前記磁極層 6 2 の上面 6 2 a よりも高く形成するには図 7 のような構造以外に図 8 のような構造でも達成することができる。

#### 【0089】

図 8 に示す薄膜磁気ヘッドの構造では、前記磁極層 6 2 のトラック幅方向 (図示 X 方向) の両側のコイル絶縁層 3 6 上から形成された持ち上げ層 7 2 は、下面から上面 7 2 a にかけて膜面方向 (図示 X-Y 平面と平行な方向) への面積が一定で、導電性を有する材料の単層あるいは多層構造であり、図 8 のように前記持ち上げ層 7 2 の上面 7 2 a は前記磁極層 6 2 の上面 6 2 a よりも高い位置にある。図 8 における持ち上げ層 7 2 は、Cu、FeNi、Ni、Au、FeCo、FeCoRh、FeCoNi から選ばれた 1 層あるいは 2 層以上の多層でメッキ形成されることが好ましく、またより好ましくは Cu、FeNi、Ni、Au、FeCo、FeCoRh、FeCoNi から選ばれた 1 層あるいは 2 層以上の多層

を主体とし、この層上にNi、CuNi、NiPから選ばれた1層あるいは2層以上の保護膜が形成された積層構造である。

#### 【0090】

従って図8に示す薄膜磁気ヘッドにおいても、前記第2コイル片56を前記平坦化面上に形成できる結果、前記第2コイル片56を高精度にパターン形成でき、前記平坦化面から露出する前記持ち上げ層72の上面72aに前記第2コイル片56の端部56a、56bを確実に容易に電氣的に接続させることができる。また前記磁極層62の上面62aよりも高い持ち上げ層72を形成することで、前記第2コイル片56と前記磁極層62間の絶縁性をより高めることが可能になる。

#### 【0091】

ただし図7と図8とでは前記持ち上げ層72の製造方法が異なる。図7では前記持ち上げ層72のうち下側の持ち上げ層70を前記磁極層62の形成と同じ工程時に、あるいは前記磁極層62の形成工程の前後工程で形成した後、前記下側の持ち上げ層70上に持ち上げ調整層71をメッキ形成して、前記持ち上げ層72の上面72aを前記磁極層62の上面62aよりも高くする。前記下側の持ち上げ層70と持ち上げ調整層71は異なる工程で形成されるものであるから前記下側の持ち上げ層70と持ち上げ調整層71の間には段差が生じる。

#### 【0092】

前記持ち上げ調整層71を形成した後、前記磁極層62上から前記持ち上げ層72上にかけて絶縁層73をスパッタ成膜した後、前記絶縁層73の上面をCMP技術等を用いて研削加工し、前記絶縁層73の上面73aを図示X-Y平面と平行な方向に平坦化加工するとともに前記平坦化面から前記持ち上げ層72の上面72aを露出させ、前記絶縁層73上及び前記持ち上げ層72上に第2コイル片56をパターン形成する。

#### 【0093】

一方、図8では、磁極層62の形成工程の前後工程で、前記磁極層62の上面62aよりも高い高さを有する持ち上げ層72を一気にメッキ形成し、その後、上記した絶縁層73の形成、CMP技術等による研削加工、第2コイル片56の

パターン形成を行う。

#### 【0094】

しかし図7のように少なくとも一段以上の段差を介して形成された持ち上げ調整層71により前記持ち上げ層72の高さ調整を行うことで、前記持ち上げ層72の機能（すなわち第1コイル片55と第2コイル片56間に電気を通すという中間層としての役割）を低下させることなく前記持ち上げ層72の上面72aを前記磁極層62の上面62aよりも高く形成しやすい。図8では磁極層62の形成の前後工程で厚い膜厚のレジスト層を形成し、このレジスト層に露光現像によって接続層61の上面にまで通じる穴部を形成し、この穴部内に前記持ち上げ層72をメッキ形成しなければならないため、前記露光現像の際にレジストがうまく抜けず前記穴部内にレジストが残る可能性もあり、かかる場合、前記持ち上げ層72が適切に前記接続層61と電氣的に接続せず、前記持ち上げ層72が本来の機能を十分果たせないものになってしまう。よって前記持ち上げ層72の上面72aを前記磁極層62の上面62aよりも高く形成する場合、図7のように前記持ち上げ層72を、それぞれ別工程で形成される複数の持ち上げ層を積み重ねて形成することが好ましい。

#### 【0095】

図9は本発明の第5実施形態の薄膜磁気ヘッドの構造を示す部分縦断面図である。図9に示す薄膜磁気ヘッドは図1に示す薄膜磁気ヘッドとほぼ同様の構造で構成されている。したがって、図9に示す薄膜磁気ヘッドの構造部分のうち、図1に示す薄膜磁気ヘッドと同様の構造部分には同様の符号を付して、その詳しい説明を省略する。

#### 【0096】

図9に示す薄膜磁気ヘッドでは、第1コイル片455の上面が図9に示す基準面Aに形成されており、隆起層32の上面、第1コイル片455の上面、コイル絶縁層36の上面、バックギャップ層33の上面が、前記基準面Aに沿った連続した平坦化面となっている。

#### 【0097】

前記平坦化面上には、記録媒体との対向面からハイト方向（図示Y方向）に所

定距離離れた位置からハイト方向に向けてG d 決め層 4 3 8 が形成されている。前記G d 決め層 4 3 8 の前端面 4 3 8 a は図 1 に示す薄膜磁気ヘッドと同様に前記隆起層 3 2 上に位置し、また前記G d 決め層の後端面 4 3 8 b は前記バックギャップ層 3 3 上に位置するように形成されている。あるいは、前記G d 決め層の後端面 4 3 8 b は前記ギャップ層 3 3 の上面と前記前端面 3 3 a との境界部 3 3 b 上に位置するように構成しても良い。

#### 【0098】

図 9 に示す薄膜磁気ヘッドでは、第 1 コイル片 4 5 5 の上部に前記G d 決め層 4 3 8 が形成されており、このG d 決め層 4 3 8 は有機絶縁材料または無機絶縁材料で形成されている。したがって、第 1 コイル片 4 5 5 の上面を前記基準面 A まで延ばしてG d 決め層 4 3 8 の下面に接触するように形成しても、第 1 コイル片 4 5 5 と磁極層 6 2 を絶縁することができる。したがって、第 1 コイル片 4 5 5 の断面積を大きくすることができ、抵抗を小さくすることが可能となる。

#### 【0099】

図 10 は図 9 に示す薄膜磁気ヘッドを記録媒体との対向面側からみた正面図である。なお、図 10 では、前記隆起層 3 2 を図示せずに、前記隆起層 3 2 の後方にある第 1 コイル片 4 5 5 を図示している。

#### 【0100】

本実施の形態のように、第 1 コイル片 4 5 5 の上面が隆起層 3 2 の上面、コイル絶縁層 3 6 の上面、バックギャップ層 3 3 の上面との同一面である、前記基準面 A に沿った平坦化面上に位置していると、第 1 コイル片 4 5 5 と持ち上げ層 7 2 とを直接接続させることができる。従って、図 1 ないし図 8 に示される薄膜磁気ヘッドにおいて、第 1 コイル片 3 4 を持ち上げ層 7 2 と接続するための、接続層 6 1 を省略でき、接続部の数が減少してコイル層全体の抵抗値が減る。従って、発熱量も減少して、薄膜磁気ヘッドの記録媒体との対向面の熱膨張量あるいは突出量を低減でき、低浮上量の磁気ヘッドを提供することができる。

#### 【0101】

なお、図 10 では、持ち上げ層 7 2 の形状を図 8 に示された薄膜磁気ヘッドと同様のものとしたが、持ち上げ層 7 2 が図 2、図 6、図 7 に示された薄膜磁気へ

ッドと同様のものであってもよい。

#### 【0102】

なお、本発明のコイル層は、図3に示されるような、複数の第1コイル片55が互いに平行になっており、複数の第2コイル片56も互いに平行になっているものに限られない。

#### 【0103】

すなわち、本発明では、第1コイル片が下部コア層29、隆起層32及びバックギャップ層33で囲まれた空間内に、磁極層62と交叉する方向に伸長して形成され、第2コイル片が磁極層62上を横断して形成され、隣りあう前記第1コイル片の端部どうしが、前記第2コイル片を介して接続されることにより前記トロイダル状に巻回するコイル層が形成されていればよい。

#### 【0104】

図11ないし図15は、本発明の薄膜磁気ヘッドに適用できる第1コイル片及び第2コイル片の平面構造を示すための平面図である。

#### 【0105】

図11には、薄膜磁気ヘッドの磁極層62とコイル層90のみ示している。図11に示される薄膜磁気ヘッドは、図1に示される薄膜磁気ヘッドとほぼ同じ構造を有しており、コイル層の構造のみ異なっている。

#### 【0106】

すなわち、図11に示される薄膜磁気ヘッドのコイル層90を構成している複数の第1コイル片80は互いに平行に形成されておらず、また、複数の第2コイル片81も、磁極層62と重なっている部位81bは互いに平行になっているが、磁極層62のトラック幅方向（図示X方向）の両側の部位は、端部81aに向うにつれてハイト方向（図示Y方向）間距離が大きくなるように広がっている。

#### 【0107】

なお、図11では、磁極層62の下に形成される前記第1コイル片80を点線で示し、磁極層62の上に形成される前記第2コイル片81を実線で示している。

#### 【0108】

図2及び図4に示される構造と同様に、前記第2コイル片81のトラック幅方向（図示X方向）における端部81a上には導電性を有する持ち上げ層82が接続されており、持ち上げ層82は前記第1コイル片80の端部と電氣的に接続されている。前記第1コイル片80の端部は、前記第2コイル片81の端部81aと重なる位置に形成されており、図11では図示されていない。なお、持ち上げ層82は、図2に示される持ち上げ層72と同様の構造を有しており、前記接続層61と同様の接続層を介して、前記第1コイル片80の端部に接続された状態になっている。図11に示されるコイル層90も、磁極層62の周囲をトロイダル状に巻回する構造である。なお、符号83及び84は、コイル層90の両端部を電極層とつなげるための引き出し層である。

#### 【0109】

図11では、例えば、図の最も左側に形成されている第2コイル片81と、その右隣にある前記第2コイル片81の、端部81aと端部81a間の距離S1aが、これらの前記第1コイル片間の前記磁極層62に重なる領域における最小距離L1aより大きくなっている。

#### 【0110】

また、図の左から2番目に形成されている第2コイル片81と、その右隣にある前記第2コイル片81の、端部81aと端部81a間の距離S1b及びS1cが、これらの前記第2コイル片間の前記磁極層62に重なる領域における最小距離L1bより大きくなっている。さらに、図の最も右側に形成されている第2コイル片81と、その左隣にある前記第2コイル片81の、端部81aと端部81a間の距離S1dが、これらの前記第2コイル片間の前記磁極層62に重なる領域における最小距離L1cより大きくなっている。

#### 【0111】

なお、上記において、端部81aと端部81a間の距離は、端部81aの中心と端部81aの中心間の距離としている。また、前記第2コイル片間の前記磁極層62に重なる領域における最小距離とは、前記第2コイル片を幅方向に2等分する直線間の最小の距離である。

#### 【0112】



インダクティブ型の薄膜磁気ヘッドでは、磁束が流れる磁気回路の体積を小さくしてインダクタンスを減少させることが好ましい。このため、前記磁極層 62 のハイト方向長さも小さくすることが必要になり、前記第 2 コイル片 81 間の前記磁極層 62 に重なる領域における間隔距離  $L1a$ 、 $L1b$ 、 $L1c$  も小さくなる。このとき、前記第 2 コイル片 81 間の、ハイト方向に隣りあう端部 81a と端部 81a の距離を本発明のように大きくすることによって、端部 81a の形成が容易になり、前記第 1 コイル片 80 の端部と前記第 2 コイル片 81 の端部 81a の接続を容易かつ確実におこなえる。

#### 【0113】

また、前記複数本の第 2 コイル片 81 は、前記磁極層 62 と重なる領域において、互いに平行に形成されている部位 81b を有しており、しかも部位 81b は、図示トラック幅方向に伸長している。これにより、前記コイル層 90 から前記磁極層 62 に誘導される磁界が安定する。

#### 【0114】

図 11 に示されるコイル層 90 の構造では、前記複数本の第 2 コイル片 81 は、前記磁極層 62 と重なる全て領域において、互いに平行に形成されている。しかし、図 12 に示されるように、前記複数本の第 2 コイル片 81 が、前記磁極層 62 と重なる一部の領域だけ、互いに平行に形成されている部位 81b を有するものであっても、前記コイル層 90 から前記磁極層 62 に誘導される磁界を安定させる効果を奏することができる。

#### 【0115】

また、本発明では、少なくとも一組の前記第 2 コイル片 81 間の、ハイト方向に隣りあう端部 81a と端部 81a の距離が、これらの前記第 2 コイル片 81 間の前記磁極層 62 に重なる領域における最小距離より大きければよい。

#### 【0116】

例えば、図 13 に示されるコイル層の構造も本発明の範囲にはいるものである。図 13 では、図の最も右側に形成されている第 2 コイル片 81 と、その左隣にある前記第 2 コイル片 81 の、端部 81a と端部 81a 間の距離  $S1d$  のみが、これらの前記第 2 コイル片 81 間の前記磁極層 62 に重なる領域における最小距

離  $L1c$  より大きくなっている。しかし、他の組み合わせの前記第2コイル片81間の、ハイト方向に隣りあう端部81aと端部81aの距離は、これらの前記第1コイル片81間の前記磁極層62に重なる領域における最小距離と等しくなっている。

#### 【0117】

図11から図13では、前記第2コイル片81間の距離を、前記磁極層62に重なる領域から、端部81aにかけて広げて大きくすることを説明したが、同様の構成を前記第1コイル片80に適用することも可能である。

#### 【0118】

図14に、前記第1コイル片80間の距離も、前記磁極層62に重なる領域から、前記第1コイル片80の端部にかけて広げて大きくする構成のコイル層91を示す。

#### 【0119】

図14に示されるコイル層91の第2コイル片81の構造は、図12に示されるコイル層90の第2コイル片81の構造と同じである。図14では、図12に示されていない、第1コイル片80の端部80aを図示し、第2コイル片81の端部81aの図示を省略している。

#### 【0120】

図14では、例えば、図の最も左側に形成されている第1コイル片81と、その右隣（中央）にある前記第1コイル片80の、端部80aと端部80a間の距離  $S2a$ 、 $S2b$  が、これらの前記第1コイル片間の前記磁極層62に重なる領域における最小距離  $L2a$  より大きくなっている。

#### 【0121】

また、図の左から2番目（中央）に形成されている第1コイル片80と、その右隣（右端）にある前記第2コイル片80の、端部80aと端部80a間の距離  $S1c$  及び  $S1d$  が、これらの前記第1コイル片間の前記磁極層62に重なる領域における最小距離  $L2b$  より大きくなっている。

#### 【0122】

なお、上記においても、端部80aと端部80a間の距離は、端部80aの中



心と端部 80a の中心間の距離としている。また、前記第 1 コイル片間の前記磁極層 62 に重なる領域における最小距離とは、前記第 1 コイル片を幅方向に 2 等分する直線間の最小の距離である。

#### 【0123】

また、前記複数本の第 1 コイル片 80 は、前記磁極層 62 と重なる領域において、互いに平行に形成されている部位 80b を有しており、しかも部位 80b は、図示トラック幅方向に伸長している。これにより、前記コイル層 91 から前記磁極層 62 に誘導される磁界が安定する。

#### 【0124】

なお、第 1 コイル片 80 の構造は、図 14 に示されるもの以外のものでもよい。例えば、第 1 コイル片 80 が図 11、図 13 に示された第 2 コイル片 81 の構造と相似する形状であってもよい。

#### 【0125】

また、第 1 コイル片 80 のみが本発明の構造をとるもの、すなわち、少なくとも一組の前記第 1 コイル片 80 間の距離が、前記磁極層 62 に重なる領域から、前記第 1 コイル片 80 の端部にかけて大きくなる構造を有するものも本発明の範囲に含まれる。

#### 【0126】

なお、図 15 に示されるコイル層 92 のように、前記磁極層 62 と重なる領域において、互いに平行に形成されている部位が形成されないものであってもよい。

#### 【0127】

以上、詳述した本発明における薄膜磁気ヘッドは、例えばハードディスク装置などに搭載される磁気ヘッド装置に内蔵される。前記薄膜磁気ヘッドは浮上式磁気ヘッドあるいは接触式磁気ヘッドのどちらに内蔵されたものでもよい。また前記薄膜磁気ヘッドはハードディスク装置以外にも磁気センサ等に使用できる。

#### 【0128】

#### 【発明の効果】

以上、詳細に説明した本発明によれば、記録媒体との対向面でトラック幅  $T_w$

を規制する磁極層のトラック幅方向における両側に設けられたコイル絶縁層上から持ち上げ層を形成し、この持ち上げ層の上面と前記第2コイル片のトラック幅方向における端部とを電氣的に接続している。

#### 【0129】

従って、第2コイル片のトラック幅方向における端部を前記持ち上げ層の形成により従来よりも上方に持ち上げることができ、この結果、前記第2コイル片全体を従来に比べてよりフラットな面上に形成できる。すなわち前記第2コイル片を形成する際に使用されるレジストをほぼ一定の膜厚で形成でき、前記レジストに第2コイル片のパターンを高精度に露光現像により形成でき、特に前記第2コイル片の前記端部が形成されるべき位置での前記パターン内に露光現像により抜けないレジストが残るといった不具合を抑制できる。よって前記第2コイル片の前記端部と前記持ち上げ層の上面とを确实且つ容易に電氣的に接続させることが可能になっている。

#### 【0130】

また前記持ち上げ層の形成により前記第2コイル片の前記端部を上方に持ち上げることで、前記第2コイル片と前記磁極層間の絶縁性を良好に保つことができる。

#### 【0131】

また、前記第1コイル片間及び／または前記第2コイル片間の、ハイト方向に隣りあう端部と端部の距離を本発明のように大きくすることによって、前記第1コイル片の端部と前記第2コイル片の端部の接続を容易かつ确实に行える。

#### 【0132】

なお、前記複数本の第1コイル片及び／または前記第2コイル片が、前記磁極層と重なる領域において、互いに平行に形成されている部位を有することによって、前記コイル層から前記磁極層に誘導される磁界が安定する。

#### 【図面の簡単な説明】

##### 【図1】

本発明における第1の実施の形態の薄膜磁気ヘッドの構造を示す縦断面図、

##### 【図2】

図 1 に示す薄膜磁気ヘッドの部分正面図、

【図 3】

図 2 に示す磁極層の一部と持ち上げ層とを拡大し、これらの層を記録媒体との対向面と平行な方向から切断したときの部分拡大断面図、

【図 4】

図 1 に示す薄膜磁気ヘッドのコイル層のコイル形状を示す部分平面図、

【図 5】

図 1 に示す薄膜磁気ヘッドの部分拡大斜視図、

【図 6】

本発明における第 2 の実施の形態の薄膜磁気ヘッドの構造を示す部分正面図、

【図 7】

本発明における第 3 の実施の形態の薄膜磁気ヘッドの構造を示す部分正面図、

【図 8】

本発明における第 4 の実施の形態の薄膜磁気ヘッドの構造を示す部分正面図、

【図 9】

本発明における第 5 の実施の形態の薄膜磁気ヘッドの構造を示す縦断面図、

【図 1 0】

本発明における第 5 の実施の形態の薄膜磁気ヘッドの構造を示す部分正面図、

【図 1 1】

本発明の薄膜磁気ヘッドのコイル層のコイル形状を示す部分平面図、

【図 1 2】

本発明の薄膜磁気ヘッドのコイル層のコイル形状を示す部分平面図、

【図 1 3】

本発明の薄膜磁気ヘッドのコイル層のコイル形状を示す部分平面図、

【図 1 4】

本発明の薄膜磁気ヘッドのコイル層のコイル形状を示す部分平面図、

【図 1 5】

本発明の薄膜磁気ヘッドのコイル層のコイル形状を示す部分平面図、

【図 1 6】

特許文献 2 や特許文献 3 の記載から推測した従来の薄膜磁気ヘッドの部分正面図

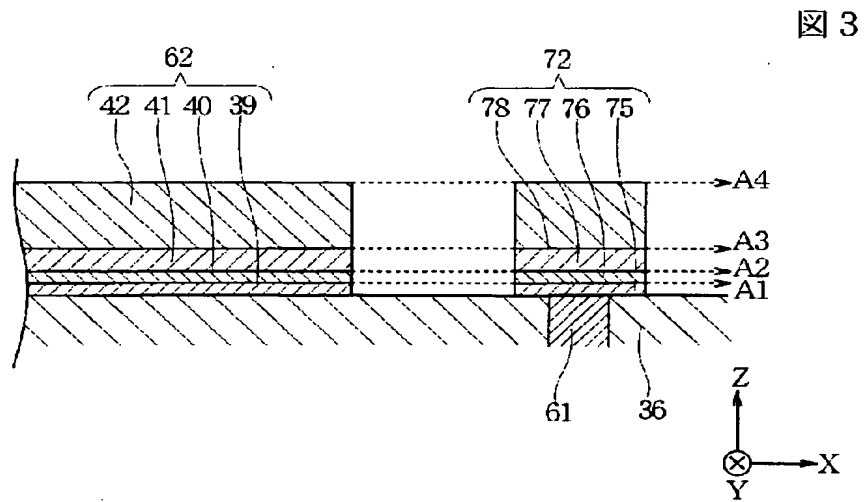
、

【符号の説明】

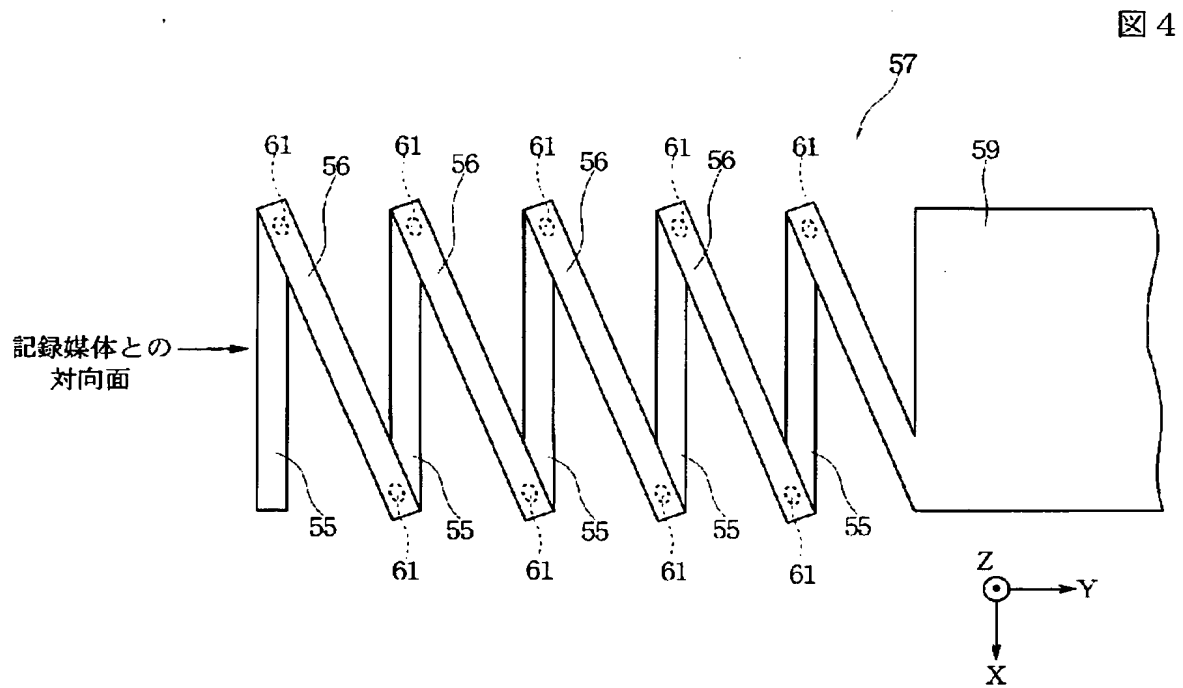
- 2 9 下部コア層
- 3 2 隆起層
- 3 3 バックギャップ層
- 3 6 コイル絶縁層
- 5 5 第 1 コイル片
- 5 6 第 2 コイル片
- 5 8、6 3、7 3 絶縁層
- 6 1 接続層
- 6 2 磁極層
- 7 0 下側の持ち上げ層
- 7 1 持ち上げ調整層
- 7 2 持ち上げ層



【図 3】



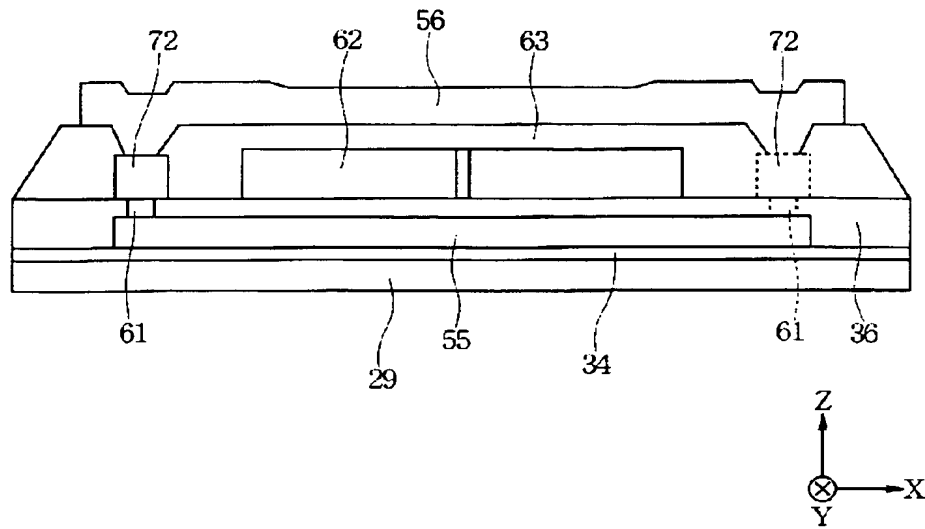
【図 4】





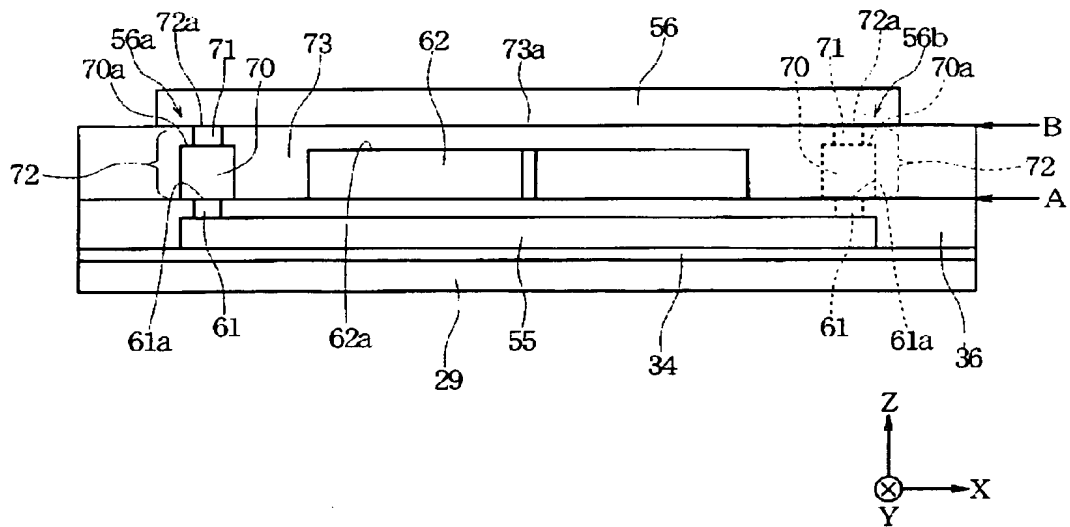
【図 6】

図 6



【図 7】

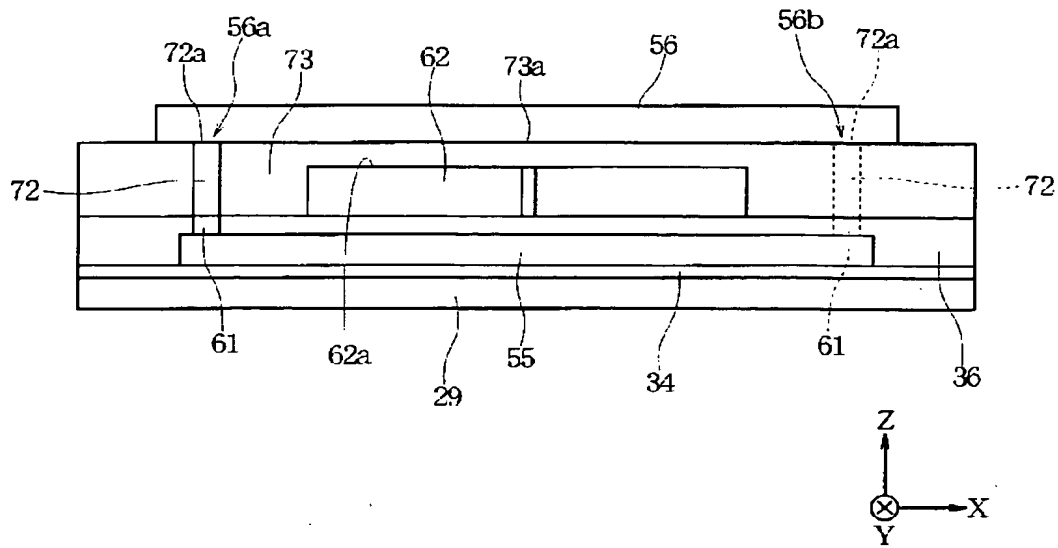
図 7





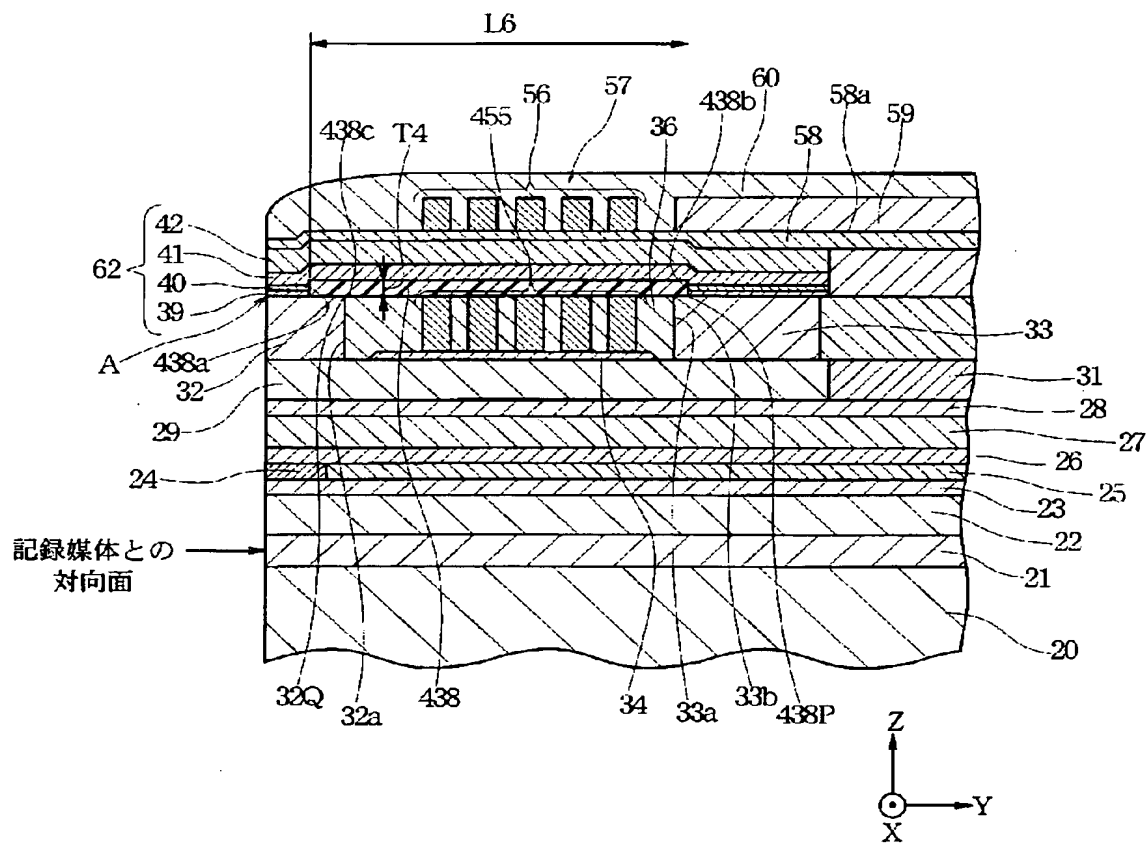
【図 8】

図 8



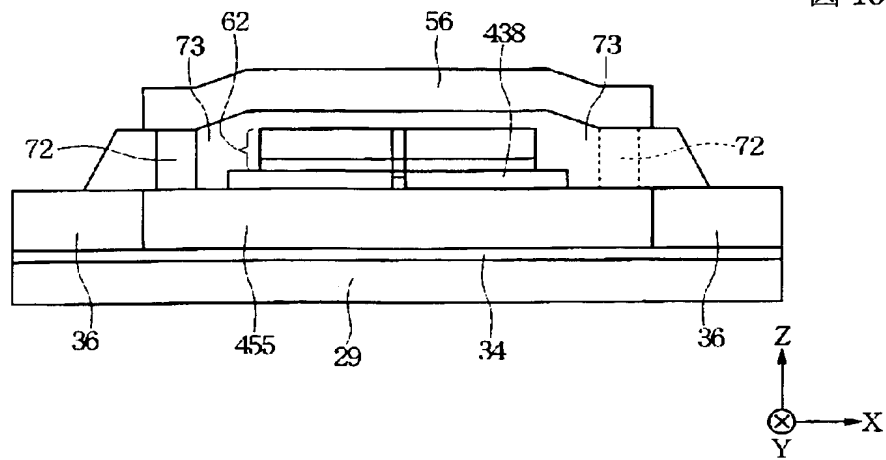
【図 9】

図 9



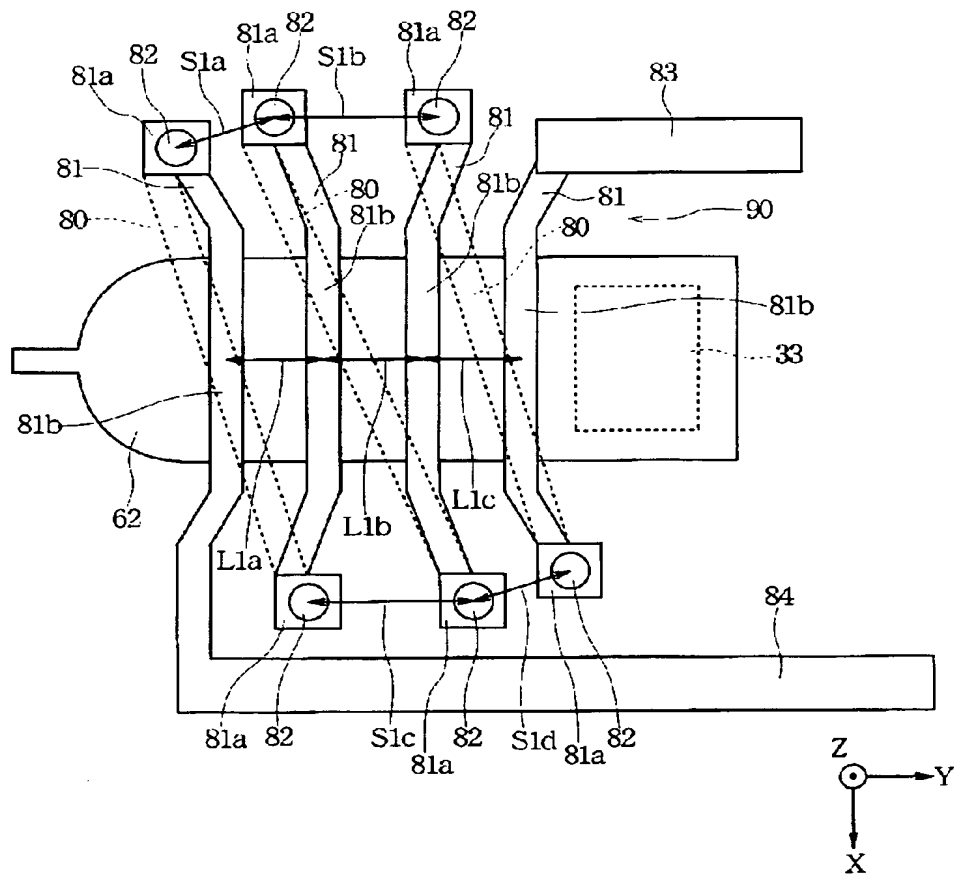
【図 10】

図 10



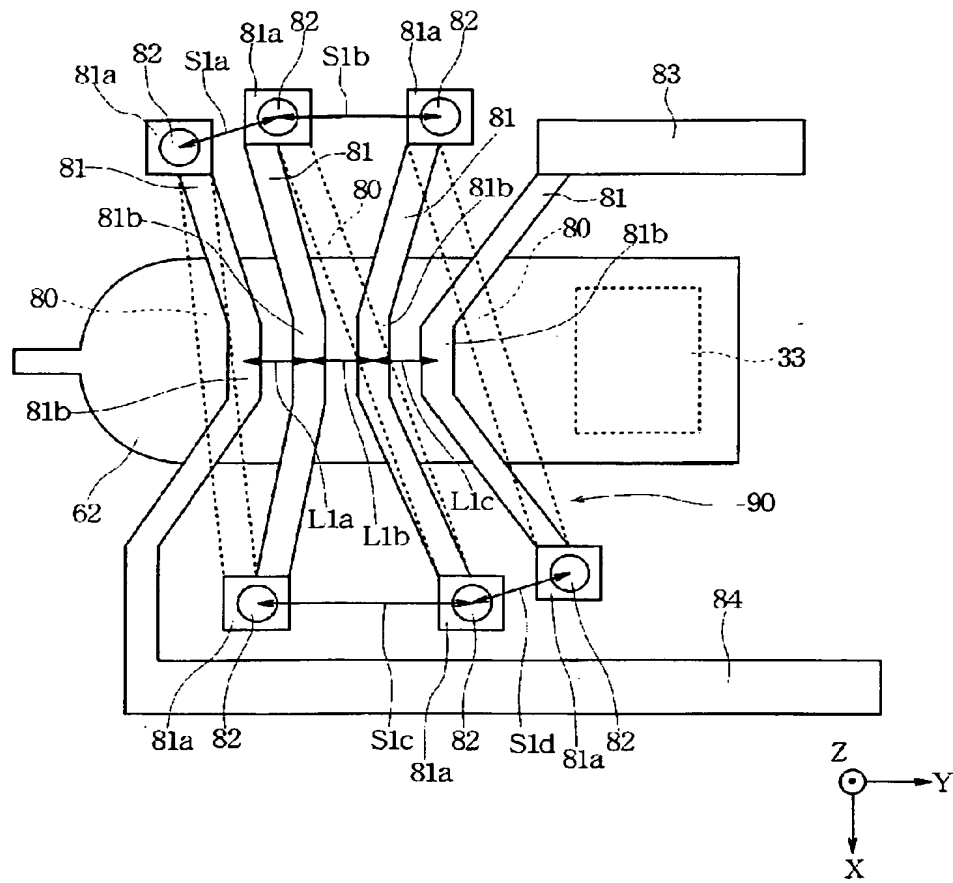
【図 11】

図 11



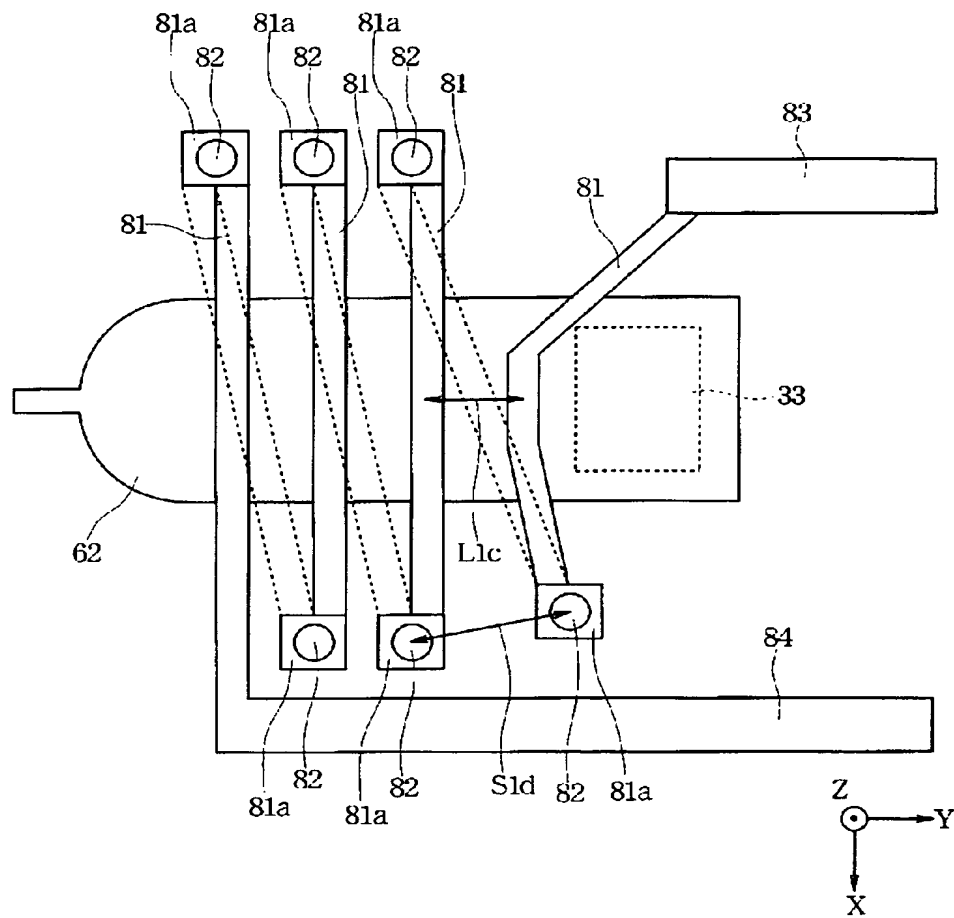
【図 12】

図 12



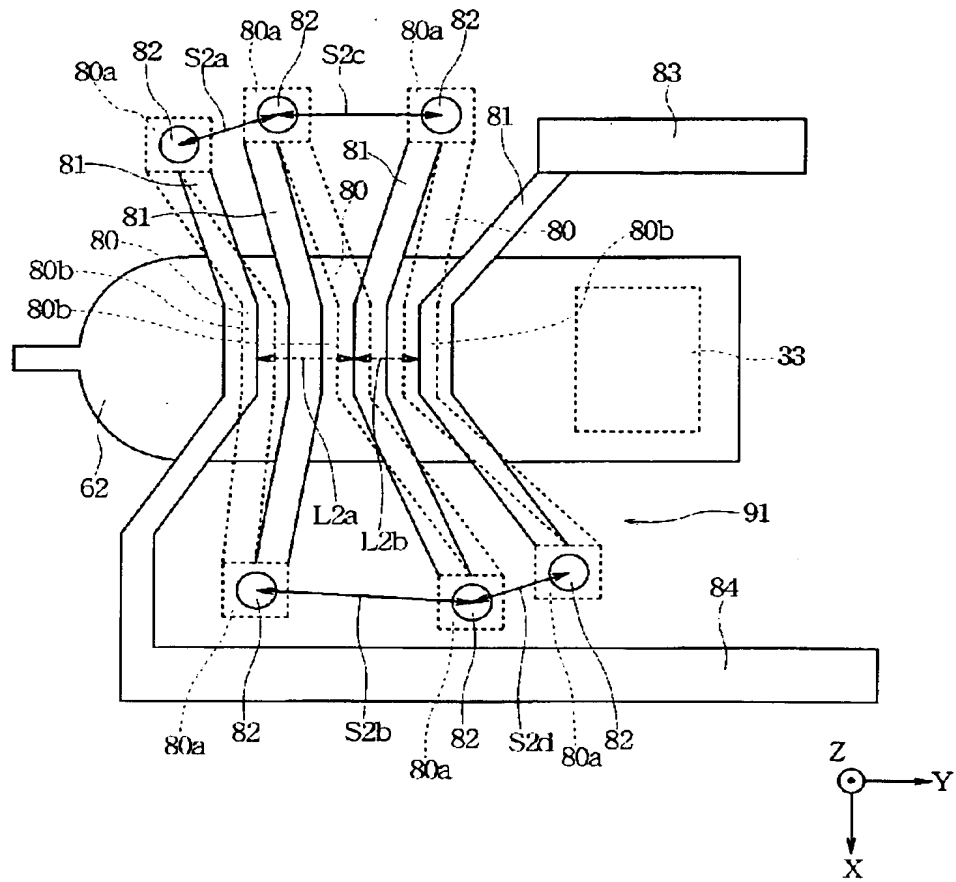
【図 13】

図 13



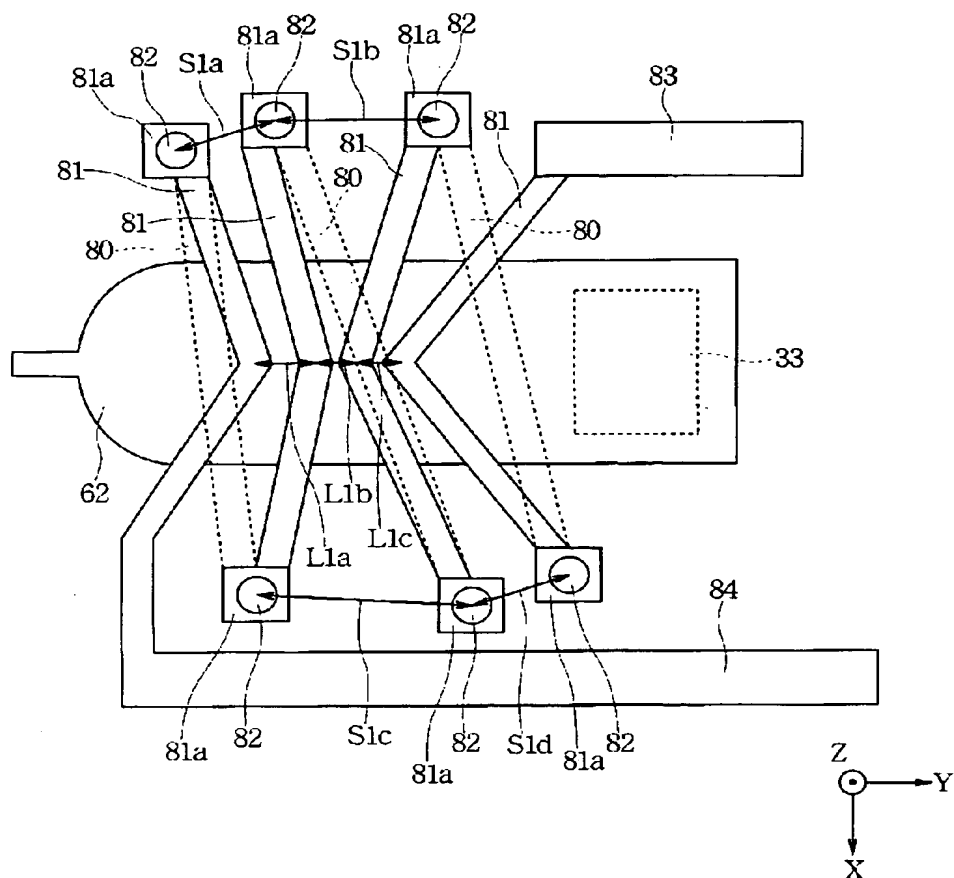
【図 14】

図 14



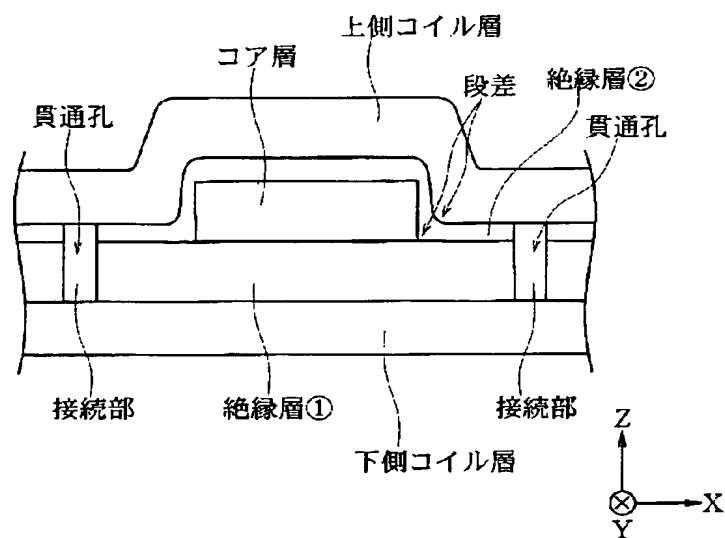
【図 15】

図 15



【図 16】

図 16



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 磁極層を挟んで上下に形成される第 1 コイル片と第 2 コイル片との電氣的な接続を確実且つ容易に行うことができるとともに、前記第 2 コイル片と前記磁極層間の絶縁性を良好に保つことが可能な薄膜磁気ヘッドを提供。

【解決手段】 媒体対向面でトラック幅を規制する磁極層 6 2 の両側に設けられたコイル絶縁層 3 6 上から持ち上げ層 7 2 を形成し、この持ち上げ層 7 2 の上面 7 2 a と第 2 コイル片 5 6 のトラック幅方向における端部とを電氣的に接続している。従って、第 2 コイル片 5 6 の端部を前記持ち上げ層 7 2 の形成により従来よりも上方に持ち上げることができ、この結果、第 2 コイル片 5 6 を高精度にパターン形成でき、前記第 2 コイル片 5 6 の前記端部と前記持ち上げ層 7 2 の上面とを確実且つ容易に電氣的に接続させることが可能になっている。また前記第 2 コイル片 5 6 と前記磁極層 6 2 間の絶縁性を良好に保つことができる。

【選択図】 図 2



特願 2 0 0 3 - 0 6 6 2 4 8

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 1 0 0 9 8 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 7 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都大田区雪谷大塚町 1 番 7 号

氏 名

アルプス電気株式会社